



VR を用いた高次脳機能障害における 認知機能検査アプリケーションの開発

Development of Cognitive Function Testing Application in Virtual Reality

岩崎寛太¹⁾, 大井翔¹⁾, 鈴木基之¹⁾

Kanta Iwasaki, Sho Ooi, and Motoyuki Suzuki

1) 大阪工業大学情報科学部 (573-0196 大阪府枚方市北山 1 丁目 79-1)

概要：現状、高次脳機能障害の検査に用いる方法として CAT, BADS, RBMT などが存在する。しかしそれらの検査の多くは実際の生活行動に伴わないものであり、患者にとって納得のできる検査とは言い難い。この研究では HMD を用いて実際の生活状況に近いシチュエーションを作り出し、その中で調理や片付けなどの複数の生活行動を行うことで、従来の検査項目と同じく症状を正しく評価することを目的とする。

キーワード：認知機能評価, 生活行動シミュレーション, 高次脳機能障害, VR

1. はじめに

交通事故などの頭部外傷によって脳が損傷を受けることにより、記憶機能や遂行機能などの認知能力に障害が生じる事がある。このような症状は高次脳機能障害と呼ばれ、日常生活が困難になる。高次脳機能障害の認知機能評価には遂行機能障害症候群の行動評価(Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome : BADS)や標準注意検査法(Clinical Assessment for Attention : CAT), パーミード行動記憶検査などが用いられている。前述した既存の認知検査では日常生活に即さない行動を用いた検査が多くあり、患者が実際にその検査によってどのような結果が判定されるのかは直接は理解しづらく、説得力の欠如につながる。VR を活用した遂行機能評価の先行研究には Jansari assesment of Execuctive Functions(2014)[1]がある。この評価方法ではディスプレイに表示された仮想環境内で、実際の職場を想定し複雑な作業を行って行く方式で遂行機能を評価している。

本研究では、HMD を用いた仮想空間の中で日常生活のシーンを再現し、複数作業を並行して行うことによって

説得力のある認知機能検査を行うことを目的とする。図 1 に VR 仮想環境のイメージを示す。



図 1: 日常生活を再現した VR 内仮想環境のイメージ

実際の生活行動に即したシチュエーションにて検査を行うことによって、実生活内で注意しなければならない点について従来よりも具体的に示すことができる。また、生活行動をターゲットとすることで、日常復帰の際のリハビリテーションとしても効果的なシステムを目指す。

2. VR 認知訓練システム

2.1 システム設計

提案する認知リハビリテーション訓練システムは、日常復帰も考慮した日常行動を題材とした内容である。今回、日常行動の中でも調理を題材として行った。大阪ガスと東北大学のグループによる研究グループによると、調理工程（切る、炒める、盛り付け）で脳の前頭前野が活性化すること[2]、調理非習慣者の男性に、調理を習慣化させることで、脳機能の向上もしくは低下を防ぐ可能性[3]が報告されており、認知リハビリテーションに効果的である。また高野らの研究によると、高次脳機能障害者の調理訓練における調理手順のエラーにおいて、同時進行できない、また1つ1つの作業に時間がかかるという具体的な結果が示唆されている[4]。このことから、複数の料理を並行して行うことは認知機能（注意、遂行機能）を確認することができると考えられる。さらに、調理行動中に外部からの外乱を用意することで、日常的に起こりうる様々な状況に対応できる訓練も取り入れた。本システムの開発には、Unity Engine を使い、Oculus Quest 2 で操作する。

2.2 調理行動

本研究では、調理として食材に火を通す行動を採用する。さらに、外乱として調理中に来訪者が来て対応することとした。表1に本システムの動作項目（評価項目）を示す。

表1 システムにおける評価

動作項目	評価項目
フライパンでの調理	焦がさずにできたか
鍋での調理	焦がさずにできたか
来客の対応	制限時間内に対応できたか
来客時の火の始末	来客対応時火を消したか
総時間	—

2.3 調理動作

調理では調理オブジェクト（フライパン及び深鍋）での加熱調理を想定する。コンロに付属するボタンの押下によりON/OFFを切り替え、その上に調理オブジェクトを配置することで加熱を再現し、加熱した時間経過によって調理オブジェクトの状態を変化させる。図2にて調理オブジェクトが加熱により状態変化の様子を示す。調理オブジェクトをシナリオシートで示した状態にし、規

定の場所に配置することで検査を終了する。今回の検査では、フライパンと深鍋という調理時間の違う2つの調理を同時に行うことにより遂行機能における「複数課題の処理能力」を検査する。

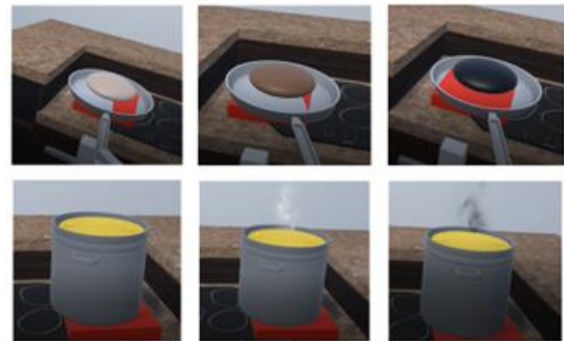


図2: 調理オブジェクトが加熱により状態変化する図

2.4 外乱対応

システム内での外乱として、来客時のインターホンへの反応を想定する。調理を実施したランダムな時間の後、チャイムが鳴りインターホンがインタラクション可能な状態となる。チャイムは数秒ごとに計3回鳴り、3回目のチャイムが鳴ってから数秒後にインタラクションが不可能な状態となる。図3のように、インターホンモニター部分の状態を変化させ、対応する状態をシナリオシートに記載することにより、実験参加者に来客状況が伝わるようにした。調理開始後に来客対応をさせることにより、遂行機能における「分割注意」と実行機能における「シフティング（認知セットの切り替え）」について検査する。

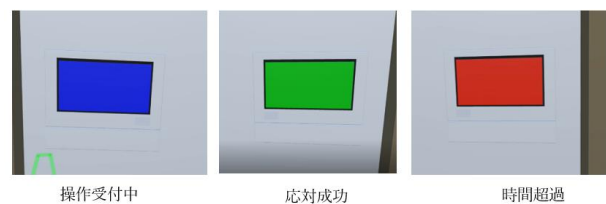


図3: インターフォンモニターの状態変化図

2.5 調査方法

表1で記述した5つの評価項目は、検査終了後システム内に表示する。システム内に表示される評価画面を図4に示す。

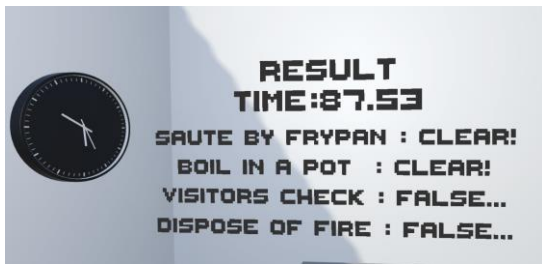


図 4: システム内に表示される評価画面

実験後に 2 種類のアンケートを行ってもらった。アンケートはそれぞれ、検査への理解度や操作難易度などを記述する検査内容におけるものと、SSQ シートを用いた VR での検査による副次的な体調不良に関するものである。

3. 実験

実験参加者は OculusQuest2 を装着し、コントローラでのオブジェクト操作及び歩行による移動により検査を実施する。今回の実験は高次脳機能障害者に対する実証実験の前段階として、21-22 歳の男子大学生 4 人を対象として行った。実験参加者は検査を行う前に、事前に準備したシナリオシートを読んだ上で検査を開始する。シナリオシートには、検査内のシチュエーションや課題、オブジェクトの操作方法などが記載されている。この検査の目的として「できるだけ早く調理を行うこと」「来客が来たら火を消し安全な状態で対応すること」を提示した。図 5 に HMD を装着して実験を行っている実験参加者の画像を示す。



図 5: HMD を装着した実験参加者

本実験の実施に辺り、大阪工業大学における人を対象とする倫理委員会の審査(2021-45)に基づき実施した。

4. 結果と考察

4.1. 調理

検査による評価の結果を表 2 に示す。

表 2: 評価結果

フライパン調理	深鍋調理	来客	火対応	総時間[s]
TRUE	FALSE	FALSE	FALSE	87.53
FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	76.7
FALSE	TRUE	FALSE	FALSE	58.21
TRUE	TRUE	TRUE	FALSE	67.16

調理の評価ではフライパンと深鍋両方の調理に成功したのは 1 名、どちらか片方の調理に成功したのは 2 名、両方とも失敗したのは 1 名だった。調理に失敗した参加者は共通して来客対応の際インターホンの操作が分からず、手間取っていた。アンケートの自由記述欄にも「インターホンの操作が分かりにくかった」と複数意見が出ていた。ただし成功失敗に関わらず、チャイムが鳴った際反応を示し、インターホンに対して何かしらのアクションを起こそうとしていた。そのため、外部要因として来客対応を用いることは「分割注意」と「シフティング」を検査するにあたって有意であると考えられる。また、現状システム内では調理と来客対応しか行うことがなく、検査内では、ほとんどの時間でコンロを眺めていた。そのため、調理だけでは遂行機能における「複数課題の処理能力」を評価することは難しかった。今後生活行動を追加で実装することにより注意しなければならない項目を増やすことで、「複数課題の処理能力」を正しく評価できるのではないかと考える。

4.2. 来客対応

来客対応の評価では成功者は一名のみだった。4.1.でも記述した通り、インターホン操作が不明だったことが大きな要因なので、インターホンシステムの改善、及びシナリオシートへのより詳細な説明を行うことで事態を改善していく。また、来客対応時火を消すという評価項目に関しては 4 名とも失敗しており、検査時にも火を消すという行為は見られなかった。シナリオシートにも火を消すことについて記述はしていたが、強調などはしておらず、参加者は火を消すという行為を重要視していなかったと考えられる。このことから、火を消す行為を意識してもらうための対策が必要である。例としてシナリオ

シートにより重要なものとして強調して記述する，火事などの火を消さなかったことに対する印象的なアクセシビリティを実装するなどが考えられる。

4.3. 検査による体調不良に関するアンケート

次に表3SSQシートによる体調不良に関するアンケートの結果を示す。

表 3 SSQ シートを用いた検査による体調不良に関するアンケート結果

	No.1	No.2	No.3	No.4
Nausea	0	9.54	0	0
Oculomotor	7.58	30.32	0	7.58
Disorientation	0	41.76	0	0
TotalSeverity	3.74	18.7	0	3.74

すべての症状項目において[少しある]あるいは[まったくない]が選択されていた。そのため参加者が HMD を利用する時間は，検査で計測した総時間と検査前の操作説明 1 分程度を加えて，最大でも 2 分 30 秒ほどとなる。現状調理と来客対応の 2 つのみしか生活行動がないが，今後生活行動の追加実装を行うとなると HMD の利用時間がさらに延長され，体調不良に影響が出る可能性があるため，さらに調査を進める必要がある。

5. まとめ

本稿では，VR を用いた高次脳機能障害の認知機能検査アプリケーションの開発を行い，高次脳機能障害者への

実証実験の前段階として，健常者への実験を行った。実験では，現段階で認知機能の評価を行うことは難しく，今後複数の生活行動を追加で実装することで認知機能を正しく行えるよう改善していく。

謝辞 本研究は，JSPS 科研費 19K20750 の助成を受けた。

参考文献

- [1] Jansari, Devin, Agnew, et al. :”Ecological Assessment of Executive Function: A New Virtual Reality Paradigm”, *Brain Impairment*, 15, 71-87,2014.
- [2] 山下満智子, 川島隆太, 三原幸枝, ほか: 調理による脳の活性化 (第一報), *日本食生活学会誌*, 17 (2) : 125—129, 2006.
- [3] 山下満智子, 川島隆太, 三原幸枝, ほか: 調理による脳の活性化 (第二報). *日本食生活学会誌*, 18 (2) : 134—139, 2007.
- [4] 高野友美, 北上守俊, 秋山明美, 萩荘則幸, : 高次脳機能障害者の調理場面におけるエラーの特徴と認知機能の関連性の検討, *新潟県作業療法士会学術誌*, 14 11-16, 2020 2